

【特許請求の範囲】

【請求項 1】画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数枚のフレーム画像を、これら複数枚のフレーム画像のうちの少なくとも所定数 N (N は 2 以上の自然数) 枚のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものとして生成し、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせるにより、前記フレーム画像の N 倍の情報量を含む画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とする静止画像生成方法。

【請求項 2】画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数枚のフレーム画像を、これら複数枚のフレーム画像のうちの少なくとも所定数 m^2 (m は 2 以上の自然数) 枚以上のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものとして生成し、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせるにより、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とする静止画像生成方法。

【請求項 3】画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数枚のフレーム画像を、これら複数枚のフレーム画像のうちの少なくとも 2 枚以上のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が実質的に同一の露光時間で記録されたものとして生成し、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせるにより、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とする静止画像生成方法。

【請求項 4】画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数枚のフレーム画像を、これら複数枚のフレーム画

像のうちの少なくとも 2 枚以上のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものとして生成し、

前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせるにより、前記フレーム画像よりも実質的に画素数が多い高解像度を有する画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とする静止画像生成方法。

【請求項 5】画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数枚のフレーム画像を、これら複数枚のフレーム画像のうちの少なくとも 2 枚以上のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものとして生成し、

前記被写体と前記撮像素子との相対的変位に応じて前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせるにより、前記フレーム画像よりも実質的に画素当りの信号量が多い高 S/N 比を有する画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とする静止画像生成方法。

【請求項 6】画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体を撮影して複数の画素により構成されるフレーム画像を複数枚生成し、

前記撮影のときに生じた「ぶれ」による前記被写体と前記撮像素子との相対的変位に応じて前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせるにより、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とする静止画像生成方法。

【請求項 7】前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、

前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせることを特徴とする請求項 5、6 のいずれか 1 つに記載の静止画像生成方法。

【請求項 8】前記複数枚のフレーム画像のそれぞれについて前記被写体の輪郭を抽出し、

前記輪郭のうちでその位置を前記フレーム画像上で特定可能な特徴図形を前記複数枚のフレーム画像のそれぞれについて抽出し、

前記フレーム画像のそれぞれについて前記特徴図形的位置を求めることにより、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体の間の相対的なずれ量を算出することを特徴とする請求項 1、2、3、4、7 のいずれか 1 つに記載の静止画像生成方法。

【請求項 9】前記特徴図形を前記複数枚のフレーム画像

のそれぞれについて所定数 M (M は 2 以上の自然数) ずつ抽出し、

前記所定数 M の特徴図形ごとに前記複数枚のフレーム画像のそれぞれにおける前記特徴図形の位置を求め、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体の間の相対的なずれ量を前記所定数 M の平均値として算出することを特徴とする請求項 8 に記載の静止画像生成方法。

【請求項 10】前記複数枚のフレーム画像のそれぞれを分離処理して、輝度信号により構成される複数枚の輝度信号フレーム画像と色信号により構成される複数枚の色信号フレーム信号とを生成し、

前記複数の輝度信号フレーム画像及び前記複数の色信号フレーム信号のいずれか一方における前記被写体の間の相対的なずれ量を算出することを特徴とする請求項 8、9 のいずれか 1 つに記載の静止画像生成方法。

【請求項 11】前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚の輝度信号フレーム画像をずらして重ね合わせることににより、一枚の輝度信号合成静止画像を生成し、

前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚の色信号フレーム画像をずらして重ね合わせることににより、一枚の色信号合成静止画像を生成することを特徴とする請求項 10 に記載の静止画像生成方法。

【請求項 12】前記合成静止画像上に分布している画素の間隔が略一定となるように補間処理を施すことを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 つに記載の静止画像生成方法。

【請求項 13】前記補間処理は、前記合成静止画像上の画素の分布状態をフーリエ級数展開することにより行うことを特徴とする請求項 12 に記載の静止画像生成方法。

【請求項 14】前記フーリエ級数の項数を前記フレーム画像の画素数と所定数 N (ただし N は、複数枚のフレーム画像のうち、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものの枚数) との積とし、前記フーリエ級数を $f(x, y)$ としたときに、 $f(x/N^{1/2}, y/N^{1/2})$ を前記合成静止画像上の画素の分布状態とすることにより、前記フレーム画像の $N^{1/2}$ 倍の解像度を得ることを特徴とする請求項 13 に記載の静止画像生成方法。

【請求項 15】前記フーリエ級数の項数を前記フレーム画像の画素数と等しい数とし、前記フーリエ級数を $f(x, y)$ としたとき、 $f(x, y)$ を前記合成静止画像上の画素の分布状態とすることにより、前記フレーム画像のそれぞれよりも高 S/N 比を得ることを特徴とする請求項 13 に記載の静止画像生成方法。

【請求項 16】被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、

前記撮像素子により撮影され複数の画素により構成され

るフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録された所定数 N (N は 2 以上の自然数) 枚の複数枚のフレーム画像について、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせ、前記フレーム画像の N 倍の情報量を含む画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、

を備えたことを特徴とする静止画像取り込みシステム。

【請求項 17】被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、

前記撮像素子により撮影され複数の画素により構成されるフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録された所定数 m (m は 2 以上の自然数) 枚の複数枚のフレーム画像について、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせ、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、

を備えたことを特徴とする静止画像取り込みシステム。

【請求項 18】被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、

前記撮像素子により撮影され複数の画素により構成されるフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が実質的に同一の露光時間で記録された複数枚のフレーム画像について、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせ、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、

を備えたことを特徴とする静止画像取り込みシステム。

【請求項 19】被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、

前記撮像素子により撮影され複数の画素により構成されるフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録された複数枚のフレーム画像について、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせ、前記フレーム画像よりも実質的に画素数が多い高解像度を有する画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、

を備えたことを特徴とする静止画像取り込みシステム。

【請求項 20】被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、

前記撮像素子により撮影され複数の画素により構成され

るフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録された複数枚のフレーム画像を、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるようにずらして重ね合わせ、前記フレーム画像よりも実質的に画素当りの信号量が多い高S/N比を有する画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、

を備えたことを特徴とする静止画像取り込みシステム。

【請求項 2 1】被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、

前記撮像素子により撮影された複数の画素により構成される複数枚のフレーム画像を、前記撮影のときに生じた「ぶれ」による前記被写体と前記撮像素子との相対的な変位に応じてずらして重ね合わせ、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、

を備えたことを特徴とする静止画像取り込みシステム。

【請求項 2 2】前記信号処理系は、さらに前記合成静止画像上に分布している画素の間隔が略一定になるように補間処理を施すことを特徴とする請求項 1 6 ~ 2 1 のいずれか 1 つに記載の静止画像取り込みシステム。

【請求項 2 3】前記撮像素子は、CCD イメージセンサまたは CMOS センサにより構成されることを特徴とする請求項 1 6 ~ 2 2 のいずれか 1 つに記載の静止画像取り込みシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静止画像生成方法および静止画像取り込みシステムに関する。より詳しくは、本発明は、CCD などのセンサを用いて静止画を取り込むに際して、通常の取り込み条件で発生することが普通である手ぶれなどの不可避な振動を利用して、わずかにずれた複数フレームの画像を取り込み、所定の方法で合成することによって、高解像度で低ノイズの単一フレームの静止画像を取り込むことを特徴とする静止画像生成方法および静止画像取り込みシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】パーソナル・コンピュータや PDA（携帯型情報端末）などの情報処理システムやそれらを接続するデジタル通信ネットワークの急速な発達に伴って、高品位の画像情報の取り込む技術に対する要求が大きくなっている。現在、静止画像をデジタルデータとして取り込むことのできるシステムとして、デジタル・カメラが普及しつつある。そこで、以下では静止画像を取り込む技術として、デジタル・カメラを例に挙げて説明する。

【0003】図 6 は、従来のデジタル・カメラの構成を表す概略ブロック図である。取り込む画像は、光学系によってイメージ・センサ上に結像される。光学系としては、通常は、レンズや絞りが使用される。また、イメー

ジ・センサとしては、CCD や CMOS が使用される。イメージ・センサは、入力された光学的情報を電気信号に変換し、時系列信号として出力する。センサから出力された電気信号は、サンプリングとゲイン・コントロールが施された後に A/D 変換部でデジタル・データに変換される。そして、信号処理回路において輝度信号とカラー信号とに分離される信号処理等が行われ、その結果が静止画メモリに格納される。このように格納された静止画情報は、必要に応じて、出力部を介して外部に出力される。現在は、デジタル・カメラの殆どは、イメージ・センサとして CCD エリア・センサを使用している。CCD エリア・センサは、2 次元マトリックス状に配列したフォトダイオードと、CCD アナログ・シフト・レジスタとから構成されている。フォトダイオードが光を受けると、その光量に応じた電子を発生し、蓄積する。アナログ・シフト・レジスタは、この電子を転送し、時系列信号として外部に出力する。

【0004】デジタル・カメラは静止画像を取り込むことを目的としており、従来のデジタル・カメラで出力される静止画像情報は、単一フレーム分の画像情報であった。すなわち、センサの露出時間を T とすれば、時刻 $t = 0$ から $t = T$ の間にセンサの各フォトダイオードが受けた光の量に対応した電気信号が時系列に 1 度だけセンサから出力され、前述した信号処理を受けて静止画像情報としてデジタル・カメラから出力されていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、デジタル・カメラは、軽量小型化の要請に応ずるために光学系のフォーマットとして小径の 1/4 インチ系を採用することが主流となっている。この場合、イメージ・センサ上での結像の大きさは、対角長で 4.5 mm 程度に過ぎない。一方、解像度の要請から、CCD センサとしては 500 × 800 画素程度のものが採用されている。すなわち、CCD センサ上には縦 500 個、横 800 個程度の数のフォト・ダイオードが配列されている。このために、ひとつのフォトダイオードの大きさは、4.5 μm × 4.5 μm 程度と極めて小さい。従って、フォトダイオードが発生できる電子の数は、通常の明るさである照度 10 ルクスで露光時間を 1/60 秒とした場合に、わずか 6000 個程度に過ぎない。電子生成過程は、確率過程であるために、n 個の電子の生成に伴って、 $n^{1/2}$ のランダム・ノイズが伴うことが知られている。すなわち、電子生成に伴う S/N 比は、 $n/n^{1/2} = n^{1/2}$ であり、電子数が少ないほど低下する。

【0006】デジタル・カメラの普及に伴って、その高解像度化が要求されているが、銀塩写真に匹敵する高解像度の静止画像を撮影するためには、更に画素数を増やさなければならない。しかし、画素数を増やすためにフォトダイオードを小さくすると、生成電子数が減少し、S/N 比はさらに低下することとなる。一方、フォトダ

イオードを小さくせずに画素数を増やすには、光学系を拡大する必要があり、軽量化の要請に反することとなる。

【0007】このように、従来のデジタル・カメラでは、軽量化の要請に応えるためには、解像度とランダム・ノイズによる S/N 比とがトレード・オフの関係にあり、高解像度且つ低ノイズの高品位な静止画像を取り込むことができなかった。

【0008】一方、CCDの画素数を増加させずに、解像度を向上させる方法として、いわゆるスイングCCDを用いる方法がある。これは、圧電素子などの振動機構を利用して、CCD全体をその画素ピッチより小さい振幅で振動させて画素を意図的にずらして撮像することにより、解像度を向上させるものである。

【0009】しかし、スイングCCDは、CCDの振動と、画像の取り込みタイミングを正確に同期させることが重要である。従って、その機構が複雑で、組立や調整も容易でなく、さらに、画素ピッチの数分の1という極めて微小な振動を精度よく再現することが容易でなかった。

【0010】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明は、軽量且つ簡単な機構で、高解像度、高 S/N 比を有する高品位な静止画像を取り込むことのできる画像処理方法および静止画像取り込みシステムを提供することを目的とするものである。

【0011】本発明による第1の静止画像生成方法は、画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数のフレーム画像を、これら複数のフレーム画像のうちの少なくとも所定数 N (N は2以上の自然数) 枚のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものとして生成し、前記複数のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数のフレーム画像をずらして重ね合わせることににより、前記フレーム画像の N 倍の情報量を含む画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とするものとして構成される。

【0012】また、本発明による第2の静止画像生成方法は、画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数のフレーム画像を、これら複数のフレーム画像のうちの少なくとも所定数 m^1 (m は2以上の自然数) 枚以上のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものとして生成し、前記複

数のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数のフレーム画像をずらして重ね合わせることににより、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とするものとして構成される。

【0013】また、本発明による第3の静止画像生成方法は、画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数のフレーム画像を、これら複数のフレーム画像のうちの少なくとも2枚以上のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が実質的に同一の露光時間で記録されたものとして生成し、前記複数のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数のフレーム画像をずらして重ね合わせることににより、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とするものとして構成される。

【0014】または、本発明による第4の静止画像生成方法は、画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数のフレーム画像を、これら複数のフレーム画像のうちの少なくとも2枚以上のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものとして生成し、前記複数のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数のフレーム画像をずらして重ね合わせることににより、前記フレーム画像よりも実質的に画素数が多い高解像度を有する画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とするものとして構成される。

【0015】または、本発明による第5の静止画像生成方法は、画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位を許容した状態で前記被写体を撮影して、複数の画素により構成される複数のフレーム画像を、これら複数のフレーム画像のうちの少なくとも2枚以上のもののそれぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものとして生成し、前記被写体と前記撮像素子との相対的変位に応じて前記複数のフレーム画像をずらして重ね合わせることににより、前記フレーム画像よりも実質的に画素当りの信号量が多い高 S/N 比を有する画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とするものとして構成される。

【0016】または、本発明による第6の静止画像生成方法は、画像を複数の画素として取り込む撮像素子によって被写体の静止画像を生成する方法であって、前記被写体を撮影して複数の画素により構成されるフレーム画像を複数枚生成し、前記撮影のときに生じた「ぶれ」による前記被写体と前記撮像素子との相対的変位に応じて前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせることに
10 により、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成することを特徴とするものとして構成される。

【0017】または、本発明による第7の静止画像生成方法は、さらに、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせることを特徴とするものとして構成される。

【0018】または、本発明による第8の静止画像生成方法は、前記複数枚のフレーム画像のそれぞれについて前記被写体の輪郭を抽出し、前記輪郭のうちでその位置を前記フレーム画像上で特定可能な特徴図形を前記複数枚のフレーム画像のそれぞれについて抽出し、前記フレーム画像のそれぞれについて前記特徴図形の位置を求め
20 ることにより、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体の間の相対的なずれ量を算出することを特徴とするものとして構成される。

【0019】または、本発明による第9の静止画像生成方法は、前記特徴図形を前記複数枚のフレーム画像のそれぞれについて所定数 M (M は2以上の自然数) ずつ抽出し、前記所定数 M の特徴図形ごとに前記複数枚のフレーム画像のそれぞれにおける前記特徴図形の位置を求め、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体の間の相対的なずれ量を前記所定数 M の平均値として算出
30 することを特徴とするものとして構成される。

【0020】または、本発明による第10の静止画像生成方法は、さらに、前記複数枚のフレーム画像のそれぞれを分離処理して、輝度信号により構成される複数枚の輝度信号フレーム画像と色信号により構成される複数枚の色信号フレーム信号とを生成し、前記複数の輝度信号フレーム画像及び前記複数の色信号フレーム信号のいずれか一方における前記被写体の間の相対的なずれ量を算出
40 することを特徴とするものとして構成される。

【0021】または、本発明による第11の静止画像生成方法は、さらに、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚の輝度信号フレーム画像をずらして重ね合わせることに
50 により、一枚の輝度信号合成静止画像を生成し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚の色信号フレーム画像をずらして重ね合わせることに
により、一枚の色信号合成静止画像を生成することを特徴とするものとして構成される。

【0022】または、本発明による第12の静止画像生

成方法は、さらに、前記合成静止画像上に分布している画素の間隔が略一定となるように補間処理を施すことを特徴とするものとして構成される。

【0023】または、本発明による第13の静止画像生成方法は、前記補間処理は、前記合成静止画像上の画素の分布状態をフーリエ級数展開することにより行うことを特徴とするものとして構成される。

【0024】または、本発明による第14の静止画像生成方法は、前記フーリエ級数の項数を前記フレーム画像の画像数と所定数 N (ただし N は、複数枚のフレーム画像のうち、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録されたものの枚数) との積とし、前記フーリエ級数を $f(x, y)$ としたときに、 $f(x/N^{1/2}, y/N^{1/2})$ を前記合成静止画像上の画素の分布状態とすることにより、前記フレーム画像の $N^{1/2}$ 倍の解像度を得ることを特徴とするものとして構成される。

【0025】または、本発明による第15の静止画像生成方法は、前記フーリエ級数の項数を前記フレーム画像の画素数と等しい数とし、前記フーリエ級数を $f(x, y)$ としたとき、 $f(x, y)$ を前記合成静止画像上の画素の分布状態とすることにより、前記フレーム画像のそれぞれよりも高 S/N 比を得ることを特徴とするものとして構成される。

【0026】または、本発明による第1の静止画像取り込みシステムは、被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、前記撮像素子により撮影され複数の画素により構成されるフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録された所定数 N (N は2以上の自然数) 枚の複数枚のフレーム画像について、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせ、前記フレーム画像の N 倍の情報量を含む画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、を備えたことを特徴とするものとして構成される。

【0027】または、本発明による第2の静止画像取り込みシステムは、被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、前記撮像素子により撮影され複数の画素により構成されるフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録された所定数 m^2 (m は2以上の自然数) 枚の複数枚のフレーム画像について、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせ、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、を備えたことを特徴とするものとして

構成される。

【0028】または、本発明による第3の静止画像取り込みシステムは、被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、前記撮像素子により撮影された複数の画素により構成されるフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が実質的に同一の露光時間で記録された複数枚のフレーム画像について、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせ、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、を備えたことを特徴とするものとして構成される。

【0029】または、本発明による第4の静止画像取り込みシステムは、被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、前記撮像素子により撮影された複数の画素により構成されるフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録された複数枚のフレーム画像について、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量を算出し、前記相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるように前記複数枚のフレーム画像をずらして重ね合わせ、前記フレーム画像よりも実質的に画素数が多い高解像度を有する画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、を備えたことを特徴とするものとして構成される。

【0030】または、本発明による第5の静止画像取り込みシステムは、被写体を撮像して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、前記撮像素子により撮影された複数の画素により構成されるフレーム画像であって、それぞれにおける同一の画素に前記被写体のそれぞれ異なる点が記録された複数枚のフレーム画像を、前記複数枚のフレーム画像における前記被写体間の相対的なずれ量に基づいて前記各被写体が重なるようにずらして重ね合わせ、前記フレーム画像よりも実質的に画素当りの信号量が多い高S/N比を有する画像として前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、を備えたことを特徴とするものとして構成される。

【0031】または、本発明による第6の静止画像取り込みシステムは、被写体を撮影して画像を複数の画素として取り込む撮像素子と、前記撮像素子により撮影された複数の画素により構成される複数枚のフレーム画像を、前記撮影のときに生じた「ぶれ」による前記被写体と前記撮像素子との相対的な変位に応じてずらして重ね合わせ、前記被写体が表された一枚の合成静止画像を生成する信号処理系と、を備えたことを特徴とするものとして構成される。

【0032】または、本発明による第7の静止画像取り込みシステムは、前記信号処理系は、さらに前記合成静止画像上に分布している画素の間隔が略一定になるよう

に補間処理を施すことを特徴とするものとして構成される。

【0033】または、本発明による第8の静止画像取り込みシステムは、前記撮像素子は、CCDイメージセンサまたはCMOSセンサにより構成されることを特徴とするものとして構成される。

【0034】

【発明の実施の形態】本発明によれば、撮影の際の「ぶれ」によってわずかなずれたフレーム画像を合成することにより、分解能が高く、ノイズの少ない高品位な静止画像を取り込むことができる。このような「ぶれ」は、従来、画像を劣化させる有害かつ不必要な要素とされ、その除去に注力されていた。しかし、本発明者は、静止画を撮影する際に不可避免的に発生するこのような「ぶれ」について詳細に解析した結果、従来とは発想を転換して、本発明をなすに至った。

【0035】本発明は、従来とは逆に、この「ぶれ」を積極的に利用して、静止画像の解像度やS/N比を向上させることをひとつの特徴としている。このような、

「ぶれ」は、画素のピッチに整合している訳ではない。従って、連続して撮影した各フレーム上のそれぞれの画素には、被写体の異なる点が記録されている。そして、被写体が重なるように各フレームを重ね合わせると、それぞれのフレームよりも画素数が増えた静止画像を得ることができる。

【0036】以下に図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明する。図1(a)は、本発明による静止画像取り込みシステムの一例としてのデジタル・カメラの外観を表す概略斜視図である。また、同図(b)

は、その要部構成を例示する概略断面図である。本発明によるデジタル・カメラ10は、図1(a)に示したように、本体ボディ12に、レンズ開口部14、ファインダ16、グリップ部18、シャッタ20および外部出力端子22を有する。レンズ開口部14には、レンズ24が設けられている。ファインダ16は、単純な光学的なものでよい。または、図示しないカメラの背面に液晶ディスプレイなどの表示装置を設けて、ファインダと出力画像のモニタとを兼用するようにしてもよい。

【0037】同図(b)に示したように、その内部には、レンズ24の背面に絞り28が設けられ、光量を調節する。レンズ24および絞り28により収束された被写体の像は、撮像素子であるイメージ・センサ30上に結像する。イメージ・センサ30としては、CCDイメージ・センサやCMOSセンサ等の固体撮像素子が用いられることが多い。基板32の上には、イメージ・センサ30を制御する駆動回路や、イメージ・センサ30からの出力信号を処理する信号処理系の回路が形成されている。これらの電子回路部や、絞り28などの動力部には、バッテリー34から駆動電力が供給される。

【0038】図2は、本発明によるデジタル・カメラの

構成を表す概略ブロック図である。本発明によるデジタル・カメラも従来のカメラと同様に静止画像を取り込むことを目的としている。しかし、本発明によるデジタル・カメラでは、ひとつの静止画像を取り込むに際してイメージ・センサ 30 は、あたかも動画カメラのように、連続した複数フレームの画像を順次取り込み、出力する。イメージ・センサ 30 から順次出力された各フレームの画像データは、従来のデジタル・カメラの場合と同様に、サンプリング及びゲイン・コントロール部 40、A/D 変換部 42、信号処理部 44 を経てメモリ 46 に格納される。但し、従来のカメラでは、このメモリ 46 に格納される画像データは、1 フレーム分のデータであったのに対して、本発明によるカメラの場合は、複数フレーム分のデータが格納される。そこで、従来の場合と明瞭に区別するために、本明細書においては、この複数フレームのデータを一括して「連続静止画（動画）情報」と称し、これらのデータが格納されるメモリ 46 を「連続静止画（動画）メモリ」と称する。

【0039】一例として、各フレーム毎の露光時間、すなわち蓄積時間を $1/60$ 秒とし、フレーム数 $N=100$ として画像の取り込みを実施した場合について説明する。この場合には、イメージ・センサ 30 は、時刻 t が $0 \leq t \leq 1/60$ 秒、 $1/60$ 秒 $\leq t \leq 2/60$ 秒、 \dots 、 $99/60$ 秒 $\leq t \leq 100/60$ 秒の間にそれぞれ撮影した各フレームの光学的情報を電気信号に変換して次々に出力する。この 100 フレームの撮影に要する時間は、 $100/60$ 秒、すなわち約 1.7 秒である。各フレームの露光時間、すなわち蓄積時間は、フレーム毎に異なる時間としても良い。しかし、各フレームの蓄積時間をほぼ同一にして輝度レベルを同程度に維持した方が、後に行うフレームの合成に際して便利である。

【0040】撮影の間は、カメラは手に持たれているか、または、三脚等の支持体に固定されているが、前述したように、いずれの場合でも、連続して撮影された連続静止画情報は若干の「ぶれ」を含んでいる。このような「ぶれ」は、従来、画像を劣化させる有害かつ不必要な要素とされ、その除去に注力されていた。しかし、本発明は、従来とは逆に、この「ぶれ」を利用して、静止画像の解像度や S/N 比を向上させることをひとつの特徴としている。

【0041】すなわち、図 2 に示したように、本発明によるデジタル・カメラでは、連続静止画メモリ 46 に格納された複数フレームの画像データは、連続静止画合成静止画変換部 48 において合成され、ひとつの静止画像とされる。このように、連続静止画合成静止画変換部 48 で、「ぶれ」を有する各フレームの画像データを所定の方法により合成することによって、高品位の静止画像が得られる。合成された静止画像データは、静止画メモリ 50 に格納され、必要に応じて、出力部 22 を介して外部に出力される。

【0042】図 3 は、本発明による連続静止画合成静止画変換部 48 の処理アルゴリズムの一例を表す概略ブロック図である。連続静止画情報、すなわち、N コマのフレームの情報は、それぞれ、輝度情報と色情報とに分離処理されて連続静止画メモリに格納されている。輝度情報として格納されているのは Y 信号であり、色情報として格納されているのは R 信号（赤）、G 信号（緑）及び B 信号（青）である。ここで、CCD センサのフォトダイオードの数を横が N_x 、個で縦が N_y 、個とする。すると、N フレームからなる連続静止画情報を構成している Y 信号、R 信号、G 信号及び B 信号は、それぞれ対応するフォトダイオードの座標 n_x 、 n_y とフレーム番号 n との関数として次のように表すことができる。

輝度信号： $Y(n_x, n_y, n)$

R 信号： $R(n_x, n_y, n)$

G 信号： $G(n_x, n_y, n)$

B 信号： $B(n_x, n_y, n)$

ここで、 $1 \leq n_x \leq N_x$ 、 $1 \leq n_y \leq N_y$ 、 $1 \leq n \leq N$ である。

【0043】本発明においては、図 3 に例示したように、例えば、Y 信号に基づいて各フレーム毎に輪郭抽出を行う。すなわち、輝度信号をもとにして各フレームに写されている図形の輪郭を認識する。ここで、Y 信号に基づいて輪郭抽出を行うのは、一般的に輝度信号が画像の輪郭を最も明瞭に示すことが多いからである。また、いわゆる単板式 CCD カラー・カメラの場合には、CCD の各フォトダイオードが R、G、B に振り分けられているために、色毎の画素数は総画素数の $1/3$ であり、色毎に輪郭を抽出すると、分解能が低下するという問題があるからである。しかし、本発明は、Y 信号のみにより輪郭抽出を行うように限定されるものではない。

【0044】例えば、被写体が、赤（R）と緑（G）のみからなり、しかも、R と G の輝度が非常に近いような場合は、Y 信号よりも R 信号と G 信号とに基づいて輪郭抽出を行う方が有利である。また、いわゆる 3 板式の CCD カメラの場合などは、色毎に輪郭を抽出しても分解能が低下することはない。従って、いずれの信号に基づいて輪郭抽出を行うかは、被写体の色彩の分布状態やカメラの種類などに応じて適宜選択することができる。このことは、後述する特徴図形抽出ステップとずれ量算出ステップについても同様である。

【0045】次に、図 3 に示したように、抽出された輪郭から特徴図形を抽出する。特徴図形とは、輪郭がシャープで、その座標を明確に特定することができるような図形のことであり、例えば、線の交点、線の曲がり角あるいは輝点などが挙げられる。

【0046】特徴図形を抽出したら、フレーム毎にその相対的なずれ量を求める。すなわち、同一の被写体を連続して撮影した場合でも、撮影時に「ぶれ」があれば、フレームの中での被写体の位置は、フレーム毎に異な

る。

【0047】例えば、フレーム間で共通するK個の特徴図形が抽出された場合を考える。これらの特徴図形の座標は、次のように表すことができる。

【0048】 $(X(k, n_i), Y(k, n_i))$

ここで、 k は、 $1 \leq k \leq K$ の範囲の整数であり、特徴図形の番号を表す。また、 n_i はフレーム番号である。ここで、簡単のために、撮影時の「ぶれ」は平行移動のみであり、回転や被写体自体の歪みは含まないものと仮定する。すると、1番目のフレームに対する n_i 番目のフレームのずれ量は、平面座標上のX成分とY成分のみにより表すことができる。ここで、K個抽出した特徴図形のうちの k 番目の特徴図形から算出される n_i 番目のフレームの相対的ずれ量 $\Delta(k, n_i)$ のX、Y成分は、それぞれ次のように表すことができる。

【0049】 $\Delta(k, n_i)$ のX成分： $(X(k, n_i) - X(k, 1))$

$\Delta(k, n_i)$ のY成分： $(Y(k, n_i) - Y(k, 1))$

フレームの相対的ずれ量の算出値の信頼性を高めるためには、フレーム毎に特徴図形のすべてについてずれ量を算出し、平均化することが望ましい。すなわち、 n_i 番目のフレームの相対ずれ量 $\Delta(n_i)$ を、K個すべての特徴図形から算出されるずれ量の平均値として次式により表すことができる。

【0050】 $\Delta(n_i) = \sum \Delta(k, n_i) / K$

ここで総和記号 \sum による加算は、 k について1からKまでの範囲で行う。このようにして得られたずれ量 $\Delta(n_i)$ は、K個の特徴図形から算出された平均値であるので、CCDの画素ピッチからずれた値となることが多い。すなわち、個々の特徴図形のずれ量は、CCDの各画素により空間的に量子化されて、画素ピッチの整数倍となることが多い。しかし、上述した式に従って平均化することにより、画素ピッチの整数倍から外れたより正確なずれ量を求めることができる。しかも、画素ピッチから外れたずれ量を求めることができれば、各フレームを画素をずらして合成することが可能となり、解像度を向上することができる。

【0051】次に、図3に示したように、算出された相対的ずれ量に基づいて、N個のフレームを結合する。すなわち、各フレームをそれぞれの相対的ずれ量 $\Delta(n_i)$ ずつ戻して重ねることにより、1枚の静止画像を合成する。各フレームの結合は、輝度情報と、色情報についてそれぞれ行う。ここで、それぞれのフレームは異なる時刻に撮影された被写体情報であるが、本発明は静止画を取り込むことを目的としているので、時刻の差は無視する。

【0052】さらに以下では、説明を簡略化するためにN個のフレームのずれ量がすべて異なる場合を想定する。すなわち、結合した時にN個のフレームの輝度信号

Yは、いずれも重ならず、多値関数とはならない場合を想定する。

【0053】このように結合して得られた合成静止画像上での輝度信号 $Y(x, y)$ の分布は、次式により表される。

$Y(x, y) = Y(n_i, n_i, n_i)$

$(x = X(n_i, -\Delta x(n_i)), y = Y(n_i, -\Delta y(n_i)))$ のとき

ここで、 X 、および Y は、CCDのフォトダイオードのピッチに対応する画像上のX方向およびY方向の画素のピッチである。また、 n_i および n_i は、フレーム上での画素のx方向、y方向の番号である。また、 $\Delta x(n_i)$ および $\Delta y(n_i)$ は、それぞれ n_i 番目のフレームの相対的ずれ量 $\Delta(n_i)$ のx成分およびy成分である。

【0054】上式から分かるように、結合後の合成静止画像上での輝度信号は、1番目のフレームの各画素を基準とすると、各フレーム毎にx方向に $\Delta x(n_i)$ 、y方向に $\Delta y(n_i)$ ずつずれた位置に輝度情報を有する。つまり画素が実質的に増加したことに等しい。このような結合は、色情報であるR、GおよびB信号についてもそれぞれ行う。

【0055】図4(a)は、結合して得られた画像上の信号の分布状態を例示する図である。同図(a)では、簡単のためにフレーム数 $N=3$ の場合について示した。また、各信号点には便宜的にフレームの番号を付した。撮影時の「手ぶれ」や物理的な振動などにより生ずる各フレームのずれ量は、一般的に均一でない。従って、同図(a)に示したように、結合後の信号の分布状態は空間的に不均一となる場合が多い。このような状態でも、画素数は増加して静止画像の解像度は向上している。従って、画素の分布に関する情報とともに輝度信号データおよび色信号データを供給するような場合には、高品位な静止画像として利用することができる。

【0056】一方、図4(b)は、デジタル・カメラが外部に出力する静止画像データとして、一般的に望ましい信号の分布を例示する図である。同図(b)には、同図(a)を構成する各フレームの解像度が2倍にされた場合を示した。実用的な静止画像情報としては、同図(b)に示したように信号が2次元的に均一に分布していることが望ましい。そこで、図4(a)のように不均一に分布している信号の間隙を補間して、同図(b)に示したような均一な信号の分布を合成する。このためには、合成されるフレーム数としては m^2 (m は2以上の自然数)個であればよく、本発明では一般に m^2 個以上のフレームを合成後同様の処理を行えば、解像度が m 倍の静止画像を得ることが可能である。

【0057】なお、このような信号分布の合成は、補間処理と称されることが多く、その方法としては、フーリエ級数展開による方法や多項式近似または線形近似による方法などが挙げられる。ここでは、フーリエ級数展開

による補間の方法について説明する。

【0058】まず、ディラックの δ 関数を用いて以下のような積分可能な関数 $Y'(x, y)$ を定義する。

$$Y'(x, y) = Y(x, y) \delta(X_p - x) \delta(Y_p - y)$$

ここで、 $Y'(x, y)$ は $Y(x, y)$ が定義されている任意の点の近傍での積分平均が $Y(x, y)$ と等しい

$$Y''(x, y) = \sum_{m,n} a_{m,n} \sin\left(\frac{m\pi x}{X_p N_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{Y_p N_y}\right)$$

$$a_{m,n} = \frac{4}{N_x N_y N} \cdot \iint Y'(x, y) \sin\left(\frac{m\pi x}{X_p N_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{Y_p N_y}\right) dx dy$$

$$= \frac{4}{N_x N_y N} \sum_{n_x, n_y, n_t} Y(n_x, n_y, n_t) \sin\left(\frac{m\pi(X_p \cdot n_x - \Delta x(nt))}{X_p N_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi(Y_p \cdot n_y - \Delta y(nt))}{Y_p N_y}\right)$$

このフーリエ級数には、元の連続静止画の1フレーム分の情報量の N 倍の情報量が含まれている。

【0061】ここで、静止画の解像度を改善する場合には、フーリエ級数の項数を $N * N_x * N_y$ （ここで、 $1 \leq m \leq N_x * N_x^{1/2}$ 、 $1 \leq n \leq N_y * N_y^{1/2}$ とする。）とする。そして、静止画の輝度分布 $Y(n_x, n_y)$

（ここで、 $1 \leq n_x \leq X_p * N_x^{1/2}$ 、 $1 \leq n_y \leq Y_p * N_y^{1/2}$ とする。）を次式により算出すれば、級数の項数は情報量と同じになり、元のフレーム画像の $N^{1/2}$ 倍の解像度の静止画が得られる。

$$Y(n_x, n_y) = Y''(n_x / N_x^{1/2}, n_y / N_y^{1/2})$$

図5は、このような補間処理を模式的に表す概念図である。すなわち、同図(a)には、補間処理前の信号分布が表されている。ここでは、簡単のために $2^2 = 4$ フレームの画像を結合した画像の信号分布を例示した。このような信号分布を有する画像について、上述のような補間処理を施すと、図5(b)に示したように、信号分布が均一になり、各フレームの画像と比較して静止画の解像度は倍増する。

【0062】一方、静止画のノイズを低減する場合には、級数の項数を $X_p * Y_p$ （ここで、 $1 \leq n_x \leq X_p$ 、 $1 \leq n_y \leq Y_p$ とする。）とする。そして、静止画の輝度分布 $Y(n_x, n_y)$ （ここで、 $1 \leq n_x \leq X_p$ 、 $1 \leq n_y \leq Y_p$ とする。）を次式により算出すれば、級数の項数は元の連続静止画の1フレーム分の情報量と同じとなり、解像度は改善されないが、低次のフーリエ級数が滑らかな関数を与えることによって元の連続静止画のランダム・ノイズが $1/N^{1/2}$ に低減された静止画を得ることができる。

$$Y(n_x, n_y) = Y''(n_x, n_y)$$

図5(c)は、この補間処理により得られる静止画の信

値を有し、その他の点の近傍では積分値が零となる関数である。

【0059】次に、関数 $Y(x, y)$ を2次元のフーリエ級数（半区間）に展開する。補間後の関数を $Y''(x, y)$ とすると、

【0060】

【数1】

$$Y''(x, y) = \sum_{m,n} a_{m,n} \sin\left(\frac{m\pi x}{X_p N_x}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{Y_p N_y}\right)$$

号分布を例示した概念図である。すなわち、同図(a)に示したような信号分布を補間処理して同図(c)に示したような分布の静止画が得られる。同図に示したように、得られる静止画の解像度は、各フレームの解像度と変わらないが、各点での信号量が増加して S/N 比が改善される。

【0063】一方、上述した2つの場合の中間的な処理を施せば、解像度とランダム・ノイズの両方を、元の連続静止画の各フレームより改善した静止画が得られる。すなわち、被写体や撮影条件、あるいはカメラの光学系やイメージ・センサなどの特性に応じて、適宜解像度とノイズとのバランスを調節することも可能である。また、連続静止画メモリにデータを格納している限り、何回でも補間処理を施すことができる。従って、処理された静止画の画質に基づくフィードバックにより、補間処理条件を修正することも可能である。

【0064】以上、説明したフーリエ級数展開による補間は、各フレームのずれ量が均一でない場合に、線形近似法よりも精度の高い補間ができるという利点を有する。

【0065】このようにして合成された静止画は、その周辺部では、ぶれのために情報量が少ない。また、フーリエ級数による補間の場合は、その性質上周辺部は精度が良くない。そこで、そのような周辺部をカットして、最終的な静止画を得る。

【0066】これまでの説明では、カラー・カメラの場合を例に挙げたが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明は、モノクロ・カメラについても同様に実施することができ、この場合は、 Y 信号のみが処理の対象となる。さらに、本発明は、デジタル・カメラに限定されるものではなく、CCDやCMOSなどのイメージ・センサを用いて被写体の静止画像を電気信号として取

り込むシステムであれば同様に実施することができる。

【0067】また、カラー信号としては、R、G、B方式に限定されず、その他にも、例えば、補色系のYe（イエロー）、Cy（シアン）、Mg（マゼンタ）信号や、それらにG（グリーン）信号を付加した信号系などについても本発明を同様に実施することができる。

【0068】また、上述したデジタル・カメラは、連続静止画メモリを備えるが、このメモリを備えず、信号処理部の出力を連続静止画合成静止画変換部に直接出力しても良い。さらに、合成静止画メモリについても、デジ

タル・カメラが備えずに、変換された静止画を直ちに外部に出力するようにしても良い。

【0069】一方、信号処理部および連続静止画合成静止画変換部（信号処理系）は、デジタル・データ进行处理する場合を例に説明したが、A/D変換部を介さずにアナログ処理することとしても良い。

【0070】また、前述した例では、連続静止画を構成している各フレームから輪郭抽出、特徴図形抽出を行い、ずれ量を算出しているが、このような各フレームのずれ量は、他の方法によって求めることもできる。例えば、カメラに角速度・速度センサを設けて撮影時にセンサからの出力をモニタすることによって、各フレームのずれ量を求めることもできる。または、ずれ量を算出するための専用のイメージ・センサをカメラに設けても良い。さらに、静止画を合成するために用いる画像は、時間的に連続して撮影された複数のフレーム画像でなく、電子シャッター動作により得られるような、時間的に連続していない複数のフレーム画像でも良い。

【0071】

【発明の効果】本発明は、以上説明したような形態で実施され、以下に説明する効果を奏する。

【0072】まず、本発明によれば、カメラの光学系を小型で軽量に維持したまま、解像度とランダム・ノイズとを改善した高品位な静止画を取り込むことが可能となる。

【0073】また、本発明によれば、このような高品位の静止画を得るために、複雑な機構を有するいわゆるスイングCCDや、画素数が多い高価なCCDを必要とせず、コストが低減するとともに機構も簡素で故障が少なく、信頼性の点でも優れる。また、本発明によれば、被写体や撮影条件、あるいはカメラの光学系やイメージ・センサなどの特性に応じて、適宜解像度とノイズのバランスを調節することが可能である。さらに、連続静止画メモリにデータを格納している限り、何回でも補間処理を施すことができる。従って、処理された静止画の画質に基づくフィードバックにより、補間処理条件を修正することも可能である。

【0074】さらに、本発明によれば、従来、静止画の

撮影に際して有害で不必要なものであった「ぶれ」を積極的に利用することにより、簡素なハードウェアで高品位の静止画を取り込むことができる。このための「ぶれ」は、画素ピッチのオーダーで十分であり、意識してカメラを動かす必要はない。例えば、デジタル・カメラのシャッターを押す動作に伴う振動で十分である。しかし、本発明は、これよりもはるかに大きい通常の「手ぶれ」に対しても同様に対処することができる。従って、本発明によれば、撮影時の「手ぶれ」を全く気にせず高品位の静止画を取り込むことができる。この結果、デジタル・カメラは、従来よりもはるかに使い易くなり、且つ低コストで高画質化する。

【0075】このように、本発明によれば、高品位の静止画を容易に得ることができるようになり、産業上のメリットは多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】（a）は、本発明によるデジタル・カメラの外観を例示する概略斜視図である。（b）は、その内部構造を例示する概略断面図である。

【図2】本発明によるデジタル・カメラの構成を表す概略ブロック図である。

【図3】本発明による連続静止画合成静止画変換部の処理アルゴリズムを表す概略ブロック図である。

【図4】（a）は、各フレームを結合して得られた画像上の信号の2次元的な分布状態を例示する図である。

（b）は、デジタル・カメラから外部に出力する際の静止画像データとして望ましい信号の分布を例示する図である。

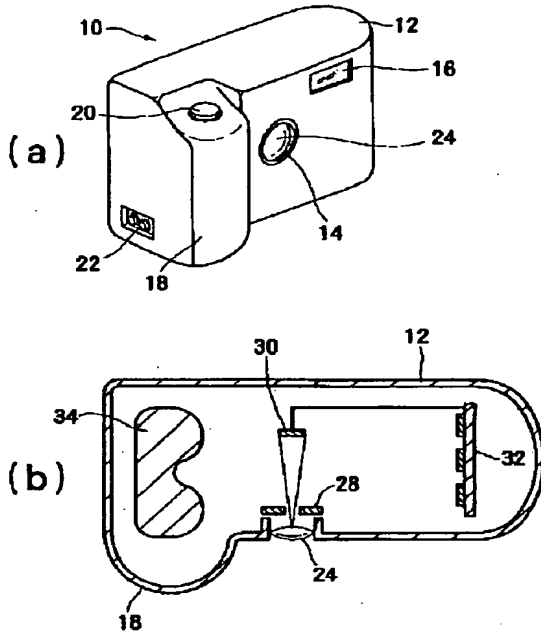
【図5】補間処理を模式的に表す概念図である。すなわち、同図（a）は、補間処理前の信号分布を表す概念図である。図5（b）は、補間処理後に信号分布が均一になり、各フレームの画像と比較して静止画の解像度が倍増する様子を表す概念図である。図5（c）は、補間処理後にS/N比が改善した様子を表す概念図である。

【図6】従来のデジタル・カメラの構成を表す概略ブロック図である。

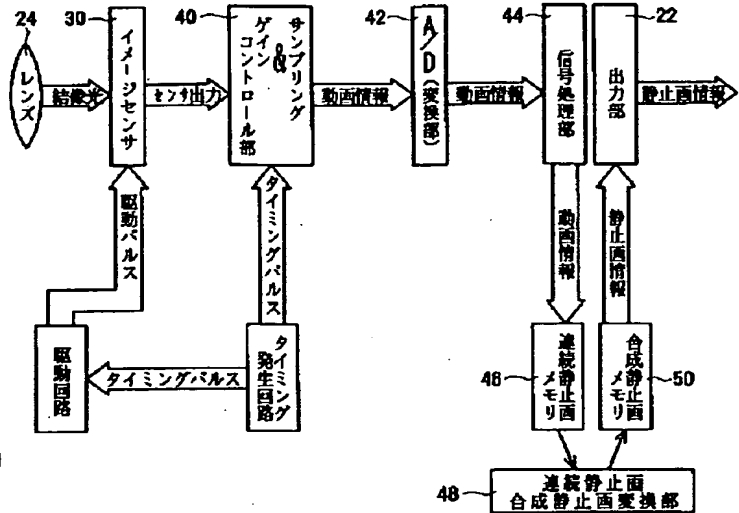
【符号の説明】

- 10 デジタル・カメラ（静止画像取り込みシステム）
- 12 本体ボディ
- 14 レンズ開口部
- 16 ファインダ
- 18 グリップ部
- 20 シャッター
- 22 外部出力端子
- 24 レンズ
- 30 CCD
- 32 基板
- 34 バッテリー

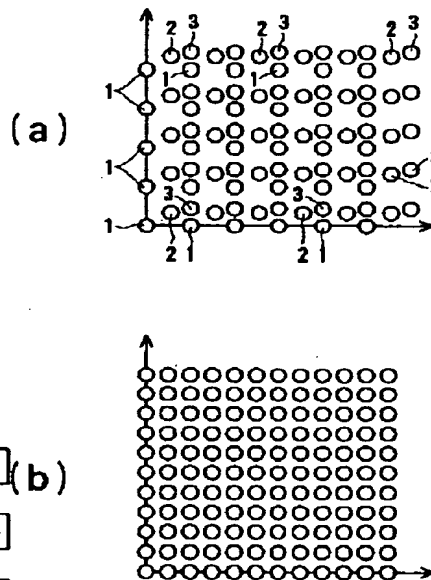
【図 1】



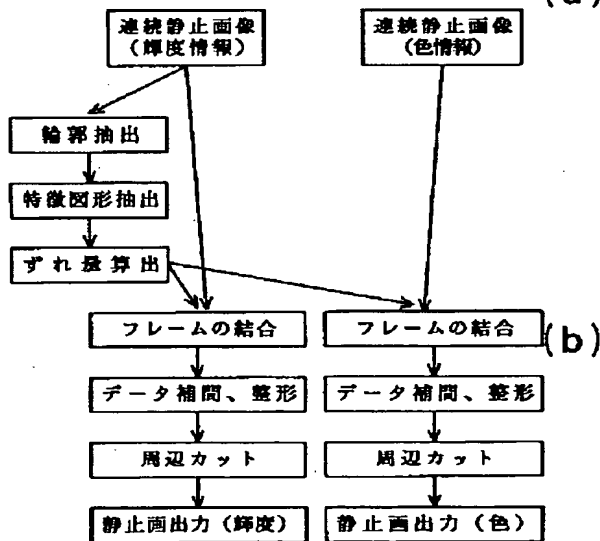
【図 2】



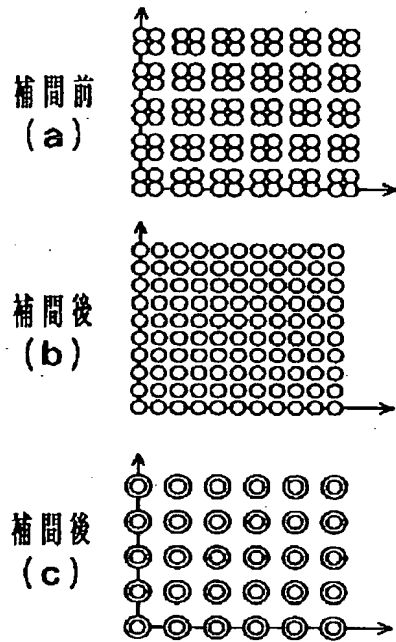
【図 4】



【図 3】



【図 5】



【図 6】

